

## **Produção Conjunta no Processo de Beneficiamento de Carvão Mineral: Custos Conjuntos**

**Norton Ferreira Feil**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
norton.feil@ufrgs.br

**Francisco José Kliemann Neto**

Universidade Federal do Rio Grande do Sul  
kliemann@producao.ufrgs.br

Um processo produtivo em que a mesma matéria-prima gera mais de um produto, e que cada um não possa ser produzido sem que os demais ocorram conjuntamente na mesma operação, denomina-se de produção conjunta. No beneficiamento de carvão mineral existe a produção conjunta cada vez que a rocha combustível, em seu estado bruto, dá origem a produtos (carvão com maior poder calorífico) e subprodutos (rejeito), separados apenas em determinada etapa do processamento (ponto de separação). Por essa peculiaridade, a operação conjunta acarreta custos conjuntos durante o processo de concentração da matéria carbonosa, repartindo originalmente, no ponto de separação, o referido custo conjunto igualmente entre produtos e subprodutos, distorcendo desse modo o valor agregado individualmente, na medida em que também atribui custos aos subprodutos sem faturamento aparente. Através de critérios, mesmo que arbitrários, busca-se distribuir no presente estudo os custos conjuntos individualmente por produto, segundo sua maior capacidade em absorver os custos dos subprodutos com receitas inexistentes ou desprezíveis. Pelo método de alocação adotado nos cenários apresentados, pretende-se entender a sistemática de individualização dos custos, inicialmente conjuntos, e a análise da rentabilidade marginal quando um novo produto, obtido a partir do reprocessamento do rejeito, é introduzido na matriz de custeio, redistribuindo os custos individualizados e impactando no resultado global.

**Palavras-chave:** custos conjuntos no beneficiamento de carvão, reciclagem de rejeito carbonoso, custos conjuntos com processo adicional.

Whole production is a productive process in which the same raw material creates more than one product, and each product cannot be produced without the others existing together in the same operation. There is whole production in the mineral coal preparation, each time that a combustible rock in the original state gives origin to products (more calorific power coal) and sub products (tailing), separated only by a process stage called separation point. Because of this particularity, whole operation carries whole costing during the concentration process of carbon material originally sharing, at this separation point, the whole costing equally between products and sub products, distorting in this way the individual aggregated value, as it assigns costs to the sub products without apparent billing. Through some criteria, some arbitrary, it is possible to distribute the whole costing individually to each product, according to its major capacity to absorb the subproducts costs with nonexistent or contemptible revenue. Using the method of allocation adopted in the presented scenarios, this paper aims at understanding the systematic of cost individualization, initially whole, and the analysis of marginal profit when a new product, obtained by tailing reprocessing, is introduced in the costing source, redistributing the individualized costs and impacting the global result.

**Keywords:** whole costing in the coal preparation, coal tailing recycling, whole costing with additional processing.

## **1 Introdução**

---

A carência de fontes de energia renováveis ou não tem aumentado a busca por alternativas tecnológicas que possibilitem descobrir novas fontes e otimizar o rendimento das existentes. O carvão mineral, fonte de energia não renovável, tem sido valorizado nos tempos atuais, em função da escassez de tais fontes e a região sul do Brasil concentrar a totalidade das reservas minerais desse bem. É a segunda fonte de energia primária mais utilizada no mundo, logo depois do petróleo. Tem sua aplicação como combustível nas centrais termelétricas ou como redutor (para produção do ferro gusa) nas siderúrgicas. Nesse contexto, as termelétricas a carvão apresentam-se como uma das alternativas mais promissoras, desde que sejam implantadas, seguindo o modelo de desenvolvimento sustentável.

O carvão nacional caracteriza-se por um baixo poder calorífico e elevado teor de cinzas e enxofre, variando estes de acordo com a região onde é explorado. A presença destes componentes indesejáveis (cinzas e enxofre) acarreta uma série de inconvenientes de ordem ecológica ou material. A quantidade de enxofre do carvão tal e como extraído da jazida, ROM (Run Of Mine), varia entre 0,5 % e 8 %. Estes carvões normalmente são laváveis, o que permite a redução dos teores de cinzas e de enxofre. Tecnologias novas de beneficiamento que possibilitem o reaproveitamento da matéria carbonosa a partir do carvão bruto (ROM) separando-a de tais componentes poluidores torna-se imperioso.

Na operação de beneficiamento de carvão mineral, há a separação de duas fases bem distintas, carvão (menos densa) e rejeito (mais densa) pela diferença densimétrica entre elas, geralmente em meio aquoso para facilitar a estratificação das camadas dispostas, segundo sua maior ou menor densidade, separando-se tais produtos na parte final do equipamento de concentração. O que se busca com esse processamento é o aproveitamento máximo da matéria-prima carbonosa, visando a maximização dos resultados.

Processos onde dois ou mais produtos derivam, geralmente, da mesma matéria-prima são caracterizados como produção conjunta. Esses produtos conjuntos normalmente são classificados em co-produtos e subprodutos. Os Co-produtos são assim chamados porque decorrem de uma mesma matéria-prima, além de serem os que substancialmente respondem pelo faturamento da empresa. Os subprodutos surgem como decorrência normal do processo produtivo, só que possuem pouquíssima relevância dentro do faturamento global da empresa (MARTINS, 2003).

Embora todos os métodos de alocação apresentados aqui sejam arbitrários, a proposta deste trabalho vai além de apenas distribuir os custos conjuntos gerados na operação conjunta de beneficiamento de carvão mineral aos Co-produtos; visa informar os lucros ou prejuízos incrementais de cada Co-produto, em função da implantação de processo adicional para reaproveitamento da matéria carbonosa ainda contida na sucata<sup>1</sup> e de sua aceitação pelo Mercado.

A estrutura deste trabalho inicia-se por esta introdução, trazendo na seqüência a fundamentação teórica de custos conjuntos, seguindo-se pela apresentação dos dados operacionais e de custeio do processo em questão, e de descrição dos métodos de alocação de custos conjuntos, bem como de alocação dos custos individualmente aos Co-produtos na operação usual de beneficiamento. Na continuação apresenta-se a proposta de reprocessamento da sucata, as limitações do estudo e, por fim, o comentário dos resultados.

## **2 Custos conjuntos no beneficiamento de carvão mineral**

---

### **2.1 Conceituação de produção conjunta**

---

Neste tópico dá-se uma conceituação geral de produção conjunta, na seqüência caracteriza-se a operação de beneficiamento de carvão mineral e a seguir a aplicação dos principais métodos na apropriação de custos conjuntos.

Segundo Martins (2003), existe o fenômeno da Produção Conjunta sempre que houver o aparecimento de diversos produtos a partir, normalmente, da mesma matéria-prima. Esses produtos conjuntos normalmente são classificados em Co-produtos, subprodutos e sucatas.

“Os Co-produtos são os próprios produtos principais... que substancialmente respondem pelo faturamento da empresa”.

“Os subprodutos, devido ao grau de segurança existente no que diz respeito a sua venda, têm um tratamento diferente: à medida que são produzidos, têm seu Valor Líquido de Realização considerado como redução de elaboração dos produtos principais...”.

As sucatas, que podem ou não ser decorrência normal do processo de produção, não têm valor de vendas ou condições de negociabilidade boas, não recebendo atribuição de nenhum custo, exatamente pelos problemas relativos a sua potencialidade de obtenção de receita.

Os subprodutos podem ser diferenciados das sucatas por apresentar como características básicas:

- a) valor de venda e condições de comercialização normais, relativamente tão assegurados quanto os produtos principais da empresa
- b) decorrência normal do processo produtivo
- c) pouquíssima relevância dentro do faturamento global da firma.

A variabilidade do conceito de relevância ocorre com frequência, ou seja, o que uma indústria considera importante dentro do faturamento total, outra pode julgar irrelevante. Os próprios conceitos de Co e Subprodutos nascem dessas posições relativamente subjetivas e devem segui-las em cada empresa (MARTINS, 2003, p.163).

Para Horngren (1989), uma característica distintiva da produção conjunta é que nenhum dos produtos pode aparecer sem se acompanhar de outros produtos conjuntos, embora, talvez, em proporções variadas. “Nenhum frigorífico pode abater uma costeleta de porco; o frigorífico tem de abater o porco inteiro, dele retirando vários tipos de carne, a pele e outros produtos”. Ainda segundo Horngren, os produtos oriundos da produção conjunta não são identificáveis como produtos individuais diferenciados enquanto não atingirem certo estágio do processo de produção chamado ponto de separação. A aplicação dos custos individualmente aos diversos produtos depende de sua capacidade relativa de geração de receita.

Segundo Horngren (1989), os subprodutos podem ser contabilizados entre outros métodos, como receita adicional, ou como dedução do custo de produção do produto principal.

De acordo com Martins (2003), o problema de apropriação dos custos conjuntos aos Co-produtos é mais difícil de ser resolvido que o da apropriação dos Custos Indiretos aos diversos produtos elaborados. Para estes existem alguns critérios que, apesar de conterem certa arbitrariedade, implicam o uso de algum tipo de análise quanto ao relacionamento entre custos e produtos (hora-máquina, valor da mão-de-obra direta, tempo total de execução etc.). Afirma ainda que quaisquer que sejam os critérios de alocação pode-se sempre dizer que são muito mais arbitrários que os de rateios de Custos Indiretos vistos até agora, pois nos rateios de Custos Conjuntos entram até os custos diretos (matéria-prima e mão-de-obra direta, principalmente).

Para Martins (2003), pode ocorrer de serem necessários processamentos adicionais a um ou vários dos Co-produtos quando não há mercado para eles na forma em que se encontram (logo após o ponto de separação), ou mesmo semiprocessado (após o reproprocessamento), necessitando ainda de outros processamentos adicionais subseqüentes para atingir o acabamento final.

2.2. O processo de beneficiamento do carvão mineral

A Mineração Sulbrasileira<sup>2</sup>, em sua unidade industrial, beneficia carvão mineral run of mine (bruto) para produzir carvões energéticos com maior poder calorífico, objetivando sua comercialização. Nesse processamento conjunto são produzidos dois Co-produtos e uma sucata<sup>3</sup>, quais sejam, carvões energéticos tipos CE-6300<sup>4</sup> kcal/kg e CE-4200 kcal/kg, e rejeito carbonoso, respectivamente. A Figura 1, a seguir, ilustra a operação de processamento conjunto para a obtenção dos Co-produtos e sucata já citados.

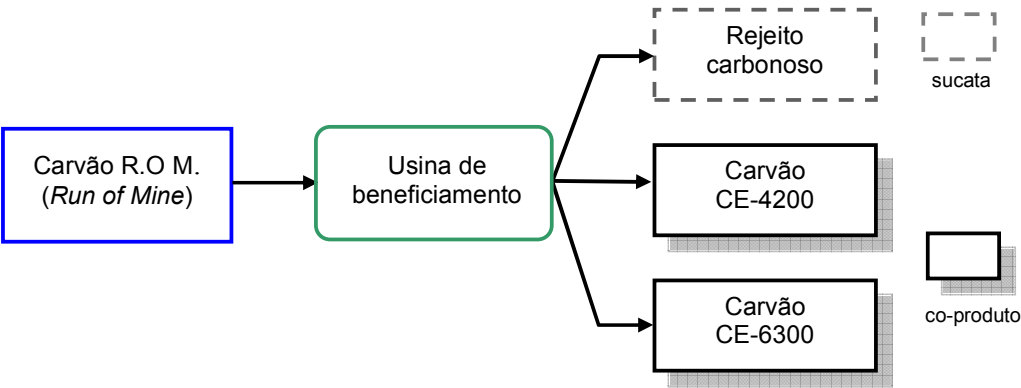


Figura 1: Fluxograma simplificado do processamento conjunto de beneficiamento de carvão

2.3. Parâmetros Operacionais

A Mineração Sulbrasileira opera em 2 turnos de 8 horas cada, em média 24,5 dias por mês, tanto na área de recebimento do carvão oriundo da lavra quanto na usina de beneficiamento.

A capacidade horária de processamento na usina é de 80 toneladas e seu rendimento operacional de 70%.

Os preços por tonelada dos carvões CE-4200 e CE-6300 são, respectivamente, R\$ 85,30 e R\$ 135,00<sup>5</sup>. As quantidades produzidas mensalmente, a partir do abastecimento da usina são mostradas na Figura 2 seguinte.

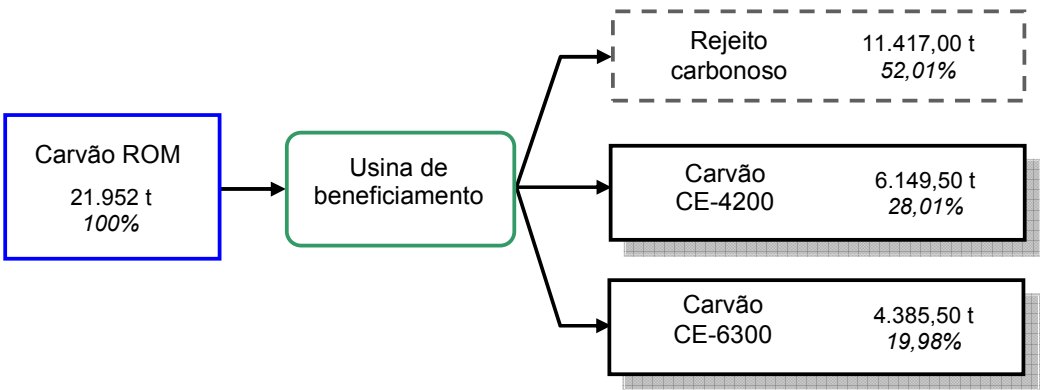


Figura 2: Quantidades produzidas mensalmente na usina de beneficiamento

2.4. Custos conjuntos na operação de beneficiamento de carvão mineral

Segundo Bornia (2002), custo de fabricação é o valor dos insumos usados na fabricação dos produtos da empresa. Diferencia-se do gasto pelo fato de que este último refere-se aos insumos adquiridos enquanto que o custo está relacionado com os insumos efetivamente utilizados.

Os custos de fabricação estão relacionados com a fabricação dos produtos, sendo normalmente divididos em Matéria-Prima (MP), Mão-de-Obra Direta (MOD) e Custos Indiretos de Fabricação (CIF).

$$\text{Custos de fabricação} = \text{MP} + \text{MOD} + \text{CIF}$$

Os custos apresentados seguem o princípio de custeio por absorção total, método dos centros de custos e referem-se aos valores médios mensais<sup>6</sup> da Mineração Sulbrasileira. Cabe ressaltar que a usina de beneficiamento já foi depreciada na sua totalidade, portanto seu valor será desprezado nesta análise.

Os valores discriminados na Tabela 1, a seguir, são representativos de 2 (dois) turnos operacionais.

Tabela 1: Custos conjuntos na operação de beneficiamento de carvão mineral

<b>CUSTOS DA PRODUÇÃO</b>	<b>ATRIBUIÇÃO</b>	<b>R\$</b>
<b>Custo Variável</b>		
Carvão R.O M. (MP)	custo direto	440.796,16
Estocagem de produtos (CIF)	custo direto	24.328,30
Energia elétrica (CIF)	custo direto	22.758,74
Insumos (CIF)	custo direto	62.782,72
<b>Custo Fixo</b>		
Salários e encargos (MOD)	custo direto	47.087,04
Administração (CIF)	custo indireto	31.391,36
<b>TOTAL</b>		<b>629.144,32</b>

A partir da Tabela 1, reúnem-se os valores dos Custos de Fabricação, conforme apresentados na Tabela 2.

Tabela 2: Custos de Fabricação

Matéria-prima (MP)	R\$ 440.796,16
Mão-de-obra direta (MOD)	R\$ 47.087,04
Custos Indiretos de Fabricação (CIF)	R\$ 141.261,12
<b>Custos de Fabricação</b>	<b>R\$ 629.144,32</b>

Com os dados de custeio até aqui conhecidos, apresenta-se o esquema da Figura 3 para melhor entendimento da disposição dos custos conjuntos e custos individualizados por Co-produto (ainda indefinidos) em relação ao ponto de separação.

O ponto de separação tem papel importante na produção conjunta, não somente por ser a etapa a partir da qual se individualiza os Co-produtos, subprodutos ou sucatas, segundo sua relevância dentro do processo produtivo; mas também por ser a partir dele que se podem mensurar os lucros ou prejuízos incrementais decorrentes de possíveis processos adicionais subsequentes de Co-produtos, sem mercado no estágio de acabamento em que se encontram.

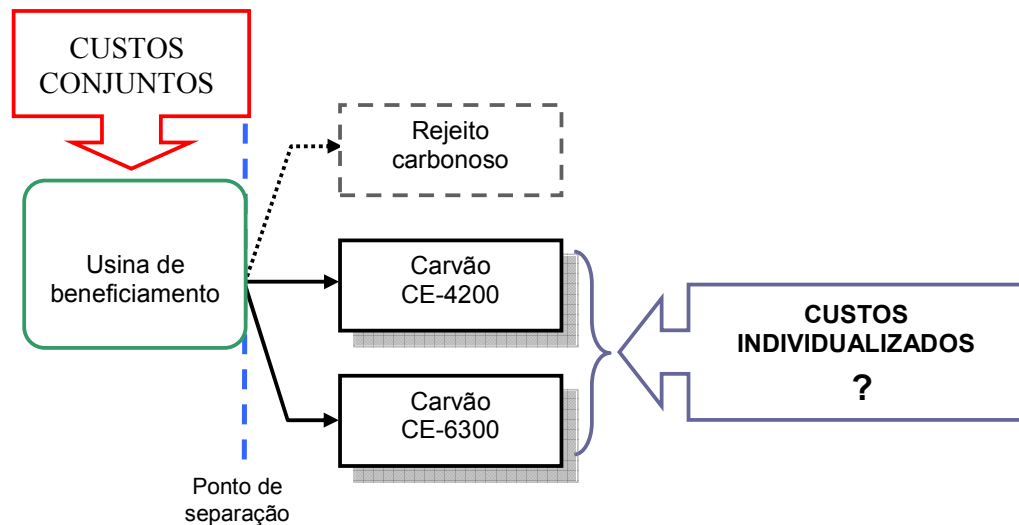


Figura 3: Disposição dos custos conjuntos e individualizados por Co-produto em relação ao ponto de separação

Surge aqui um problema: como compartilhar os custos conjuntos entre os co-produtos e subprodutos gerados na operação de beneficiamento estudada.

No tópico seguinte, abordam-se os principais métodos de alocação dos custos conjuntos aos produtos, e sua aplicação no beneficiamento de carvão mineral.

### 3 Apropriação dos custos conjuntos aos produtos no beneficiamento de carvão mineral

Com os critérios a seguir apresentados, buscamos não somente individualizar os custos conjuntos após o ponto de separação, mas também discutir a possibilidade do desdobramento de custos adicionais de processamento do rejeito carbonoso.

#### 3.1 Aplicação dos critérios de apropriação dos custos conjuntos ao beneficiamento de carvão mineral

Horngren (1989) afirma que qualquer método de alocação de custos realmente conjuntos às unidades produzidas é útil apenas para fins de custeio de estoques. “A alocação destes custos não tem utilidade para fins de planejamento e controle de custos”.

Martins (2003) cita que: “Do ponto de vista administrativo, quer gerencial ou de controle, essas alocações são de todo irrelevantes, já que para decisões interessam apenas os valores de receita total dos Co-produtos contra o custo total de obtê-los, pois não se consegue normalmente chegar a um Co-produto sem obter o outro, e para controle são mais importantes os custos por operação, atividade, centro de custo etc., do que por produto”.

Os principais critérios de apropriação dos custos conjuntos, que serão apresentados nos subitens seguintes, são:

- Método dos Volumes Produzidos;
- Método da Igualdade do Lucro Bruto;
- Método das Ponderações;
- Método do Valor de Mercado.

Cada método será detalhado com a aplicação do custeio gerado no caso particular da operação conjunta de beneficiamento de carvão mineral (subitem 2.4).

### 3.1.1 Método dos Volumes Produzidos

Método que aloca custos iguais por unidade de volume produzido. Pode ser aplicado em Co-produtos com características muito semelhantes entre si. A Tabela 3 apresenta os custos alocados por esse critério.

Tabela 3: Método dos Volumes Produzidos

Co-produto	Quantidade Produzida	Proporção	Custo Conjunto Alocado	Custo por Unidade (R\$/t)
CE-4200	6.149,50 t	58,37 %	R\$ 367.244,71	R\$ 59,72
CE-6300	4.385,50 t	41,63 %	R\$ 261.899,61	R\$ 59,72
<b>TOTAL</b>	<b>10.535,00 t</b>	<b>100,00 %</b>	<b>R\$ 629.144,32</b>	

Segundo Horngren (1989), o uso da ponderação física para a atribuição de custos conjuntos não tem relação com a capacidade geradora de receita dos produtos tomados individualmente. Assim, se o custo conjunto de um porco fosse alocado aos seus diversos produtos com base no peso, o lombo do porco teria o mesmo custo que a banha, o pé de porco, o toucinho defumado, e assim por diante, ou seja, algumas partes teriam lucros fabulosos e outras dariam constante prejuízo.

### 3.1.2 Método da Igualdade do Lucro Bruto

Distribui os custos conjuntos de tal forma que cada Co-produto recebe o mesmo lucro bruto por unidade.

Receita Total	R\$ 1.116.594,85
(-) Custo Total Conjunto	(R\$ 629.144,32)
<b>Lucro Bruto Total</b>	<b>R\$ 487.450,53</b>

$$\text{Lucro Bruto por tonelada: } \frac{\$487.450,53}{10.535t} = \$46,27/t$$

A Tabela 4, a seguir, apresenta o resultado obtido por este critério.

Tabela 4: Método da Igualdade do Lucro Bruto

Co-produto	Preço de Venda (A)	Lucro Bruto (B)	Custo (A) – (B)
CE-4200	R\$ 85,30/t	R\$ 46,27/t	R\$ 39,03/t
CE-6300	R\$ 135,00/t	R\$ 46,27/t	R\$ 88,73/t

Método pouco recomendável para produtos que tenham grandes diferenças e oscilações de preços no mercado.

### 3.1.3 Método das Ponderações

Realiza a ponderação de cada Co-produto, segundo o grau de dificuldade de elaboração, importância para a empresa, facilidade de venda etc de cada um. Desta forma, pode-se atribuir um número-índice ou peso a cada Co-produto. Para esta análise, serão adotados os seguintes pesos 5 e 8 aos Co-produtos CE-4200 e CE-6300 (maior importância considerada pela empresa), respectivamente. Na Tabela 5, demonstram-se os resultados da alocação pelas ponderações.

Tabela 5: Método das Ponderação

Co-produto	Peso	Quantidade Produzida	Ponderação (Peso x Qtde.)	Participação (%)	Custo Conjunto	
					Total	Unitário
CE-4200	5	6.149,50 t	30.747,50	46,71	R\$ 293.850,44	R\$ 47,78
CE-6300	8	4.385,50 t	35.084,00	53,29	R\$ 335.293,88	R\$ 76,46
<b>TOTAL</b>		<b>10.535,00 t</b>	<b>65.831,50</b>	<b>100,00</b>	<b>R\$ 629.144,32</b>	

Este método pode ser válido quando se têm bem definidos os critérios de pesos para cada Co-produto. Para isso é necessário que haja um consenso entre as várias áreas envolvidas sobre a importância de cada Co-produto e seus respectivos números-índices, podendo ainda assim haver risco de distorções.

### 3.1.4 Método do Valor de Mercado

É o mais utilizado na prática, mais por inexistência de outro. Parte do raciocínio de que os Co-produtos de maior valor são os que recebem ou têm condições de receber a maior parcela de custo, considerando a capacidade deles de absorvê-la, o que nem sempre é o mais racional. Tomando-se os dados de custos na Tabela 2 e preços de vendas dos Co-produtos, pode-se proceder à distribuição dos custos conjuntos a eles.

Matéria-prima processada	R\$ 440.796,16
Mão-de-Obra e Custos Indiretos de Fabricação	R\$ 188.348,16
<b>Custo Total Conjunto</b>	<b>R\$ 629.144,32</b>

A Tabela 6 apresenta os valores de venda para a aplicação do método a seguir demonstrado.

Tabela 6: Valor de Venda

Co-produto	Valor de Venda	Quantidade Produzida	Valor de Venda Total
CE-4200	R\$ 85,30/t	6.149,50 t	R\$ 524.552,35
CE-6300	R\$ 135,00/t	4.385,50 t	R\$ 592.042,50
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 1.116.594,85</b>

Distribui-se o total R\$ 629.144,32 de custos conjuntos na proporção da participação de cada Co-produto, com base na Tabela 6, ou seja:



$$\text{CE-4200: } \frac{\$524.552,35}{\$1.116.594,85} \times \$629.144,32 = \$295.558,53$$

$$\text{CE-6300: } \frac{\$592.042,50}{\$1.116.594,85} \times \$629.144,32 = \$333.585,79$$

**R\$ 629.144,32**

E após, calcula-se os custos por tonelada:

$$\text{CE-4200: } \frac{\$295.558,53}{6.149,50t} = \$48,06$$

$$\text{CE-6300: } \frac{\$333.585,79}{4.385,50t} = \$76,07$$

### 3.2 Análise comparativa dos principais critérios de apropriação utilizados

A partir das Tabelas 3, 4, 5 e dos dados anteriormente calculados, apresenta-se um comparativo dos custos por unidade dos co-produtos, resultante da aplicação de cada método de alocação dos custos conjuntos, conforme Tabela 7.

Tabela 7: Comparativo dos Métodos de Alocação dos Custos Conjuntos

Co-produto	Quantidade produzida	Método dos Volumes Produzidos	Método da Igualdade do Lucro Bruto	Método das Ponderações	Método do Valor de Mercado
		Custo por Unidade (R\$/t)			
CE-4200	6.149,50 t	59,72	39,03	47,78	48,06
CE-6300	4.385,50 t	59,72	88,73	76,46	76,07

Os custos unitários dos co-produtos CE-4200 e CE-6300 pelo critério dos volumes produzidos são iguais, mesmo que os volumes produzidos sejam distintos. Não há diferenciação nos custos pela capacidade individual dos produtos em gerar receita.

Os resultados obtidos pelo método de igualdade do lucro bruto não demonstram ser precisos, em função de que uma parcela constituinte de seu custo unitário é constante. Penaliza demasiadamente o co-produto CE-6300.

O critério das ponderações apresenta resultados mais coerentes, uma vez que no presente caso os pesos atribuídos aos co-produtos foram acertados, aproximando-o dos resultados obtidos pelo critério do valor de mercado.

Por fim, acredita-se que o método do valor de mercado, ainda que arbitrário, apresenta valores para CE-4200 e CE-6300 próximos da realidade (R\$ 48,06 e R\$ 76,07 por tonelada, respectivamente), pois considera a capacidade de cada co-produto em agregar receita. No presente estudo será adotado este critério de alocação.

A seguir, a Figura 4 apresenta a disposição e discriminação dos custos envolvidos após a aplicação do método (Valor de Mercado) para melhor entendimento desta operação conjunta.

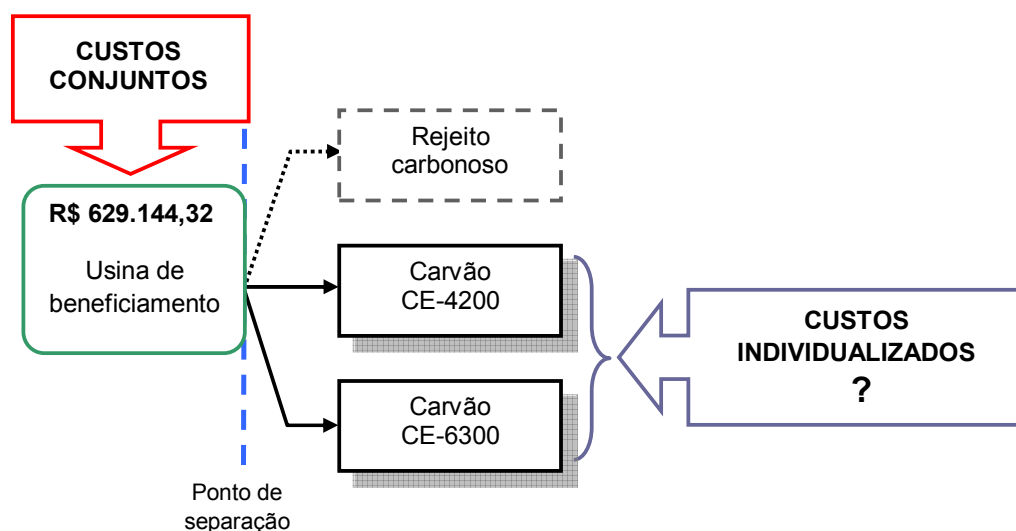


Figura 4: Disposição dos custos conjuntos e individualizados por Co-produto após a utilização do método

E para a análise do resultado, a Tabela 8 exhibe a margem de lucro obtida neste cenário de produção conjunta.

Tabela 8: Margem de lucro - operação conjunta de beneficiamento de carvão

Co-produto	Receita	Custo Total	Margem	Margem Unitária
CE-4200	R\$ 524.552,35	R\$ 295.558,53	R\$ 228.993,82	R\$ 37,24
CE-6300	R\$ 592.042,50	R\$ 333.585,79	R\$ 258.456,71	R\$ 58,93
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.116.594,85</b>	<b>R\$ 629.144,32</b>	<b>R\$ 487.450,53</b>	

Na análise da Tabela 8, calculada pelo critério adotado, constata-se um resultado satisfatório nas margens de lucro obtidas para cada Co-produto, ora individualizados, de 43,65% em relação à receita gerada individualmente e total, perfazendo R\$ 487.450,53. Ainda com base nos custos já distribuídos aos Co-produtos, quais sejam, R\$ 48,06 para CE-4200 e R\$ 76,07 para CE-6300, verifica-se que as margens unitárias calculadas são R\$ 37,24 e R\$ 58,93; respectivamente, ou 77% em relação aos custos alocados a ambos. O Co-produto CE-6300 apresentou margem pouco superior à do CE-4200, ressaltada pela diferença significativa entre as margens unitárias listadas.

Embora seja um critério arbitrário e restrito à avaliação de estoques, segundo as opiniões de Martins (2003) e Horngren (1989), acredita-se que o mesmo apresenta uma sistemática que permite distribuir a cada Co-produto os custos antes conjuntos, além de constituir-se em uma ferramenta de análise para implementação de processos adicionais que visem o melhor aproveitamento e absorção dos produtos gerados, pelo mercado consumidor.

#### 4 Reprocessamento da sucata

Analisado o resultado da produção conjunta da primeira etapa, busca-se, nesta fase, avaliar economicamente toda a operação conjunta de beneficiamento de carvão mineral com a adição de um novo processo, a fim de transformar o produto inicialmente denominado sucata (rejeito carbonoso), sem aceitação no estágio de acabamento em que se encontra no ponto de separação, em carvão energético de baixo poder calorífico e rejeito<sup>7</sup> propriamente dito.

A literatura sobre o tema Custos Conjuntos sugere<sup>8</sup> que apenas os Co-produtos são passíveis de sofrer processamento adicional, quando não tiverem mercado no estado em que se encontram.

Pressupõe-se aqui que se os Co-produtos no ponto de separação não se encontram ainda em condições de serem aceitos pelo mercado, portanto, não gerando receitas, os mesmos assemelham-se nesse estágio a sucatas. Partindo da premissa de que o termo ‘sucata’ deva ser empregado apenas a ‘produtos’ que (i) não tenham possibilidade de apresentar características de acabamento mínimas para aplicação ou aproveitamento no mercado, após um ou mais reprocessamentos, mesmo que parcialmente, e (ii) que sua venda gere receita ínfima; é aconselhável a análise de viabilidade econômica de implantação do reprocessamento do rejeito carbonoso<sup>9</sup>. “A lucratividade relativa do processamento conjunto e do posterior processamento independente deve incluir uma análise incremental do nível dos legítimos preços de venda (se não houver possibilidade de obtê-los, a análise é impossível) no ponto de separação e após o processamento separado” (HORNGREN, 1989, p. 774). Portanto, com base neste raciocínio, ou seja, considerando o rejeito carbonoso como um ‘potencial’ Co-produto, dar-se-á àquele tratamento semelhante ao Co-produto. Desta forma, atribuir-se-ão custos ao rejeito carbonoso.

#### 4.1 Operação de reprocessamento do rejeito carbonoso

Para este processamento adicional, estima-se que quase a totalidade (□96%) do rejeito carbonoso produzido (10.976,00 toneladas) nos dois turnos (matutino e vespertino) possa abastecer a usina de beneficiamento em um terceiro turno noturno. O excedente de rejeito carbonoso (□4%) poderá ser utilizado em um sábado por mês, quando estocado em quantidade suficiente para alimentação da planta.

Com base em testes preliminares realizados em laboratório, pressupõe-se que o produto originado do reprocessamento do rejeito carbonoso seja um carvão energético com poder calorífico em torno de 3.100 kcal/kg (CE-3100), a ser vendido no mercado já existente. Sua recuperação a partir dos testes varia entre 19 e 22% do total alimentado na usina. Seu preço por tonelada é aproximadamente R\$ 62,96<sup>10</sup>.

Para dar-se continuidade ao estudo, adotar-se-á o valor médio de recuperação, ou seja, 20,5% para análise da viabilidade do referido processo adicional.

A Figura 5 apresenta a nova sistemática de reprocessamento do rejeito carbonoso no fluxograma original.

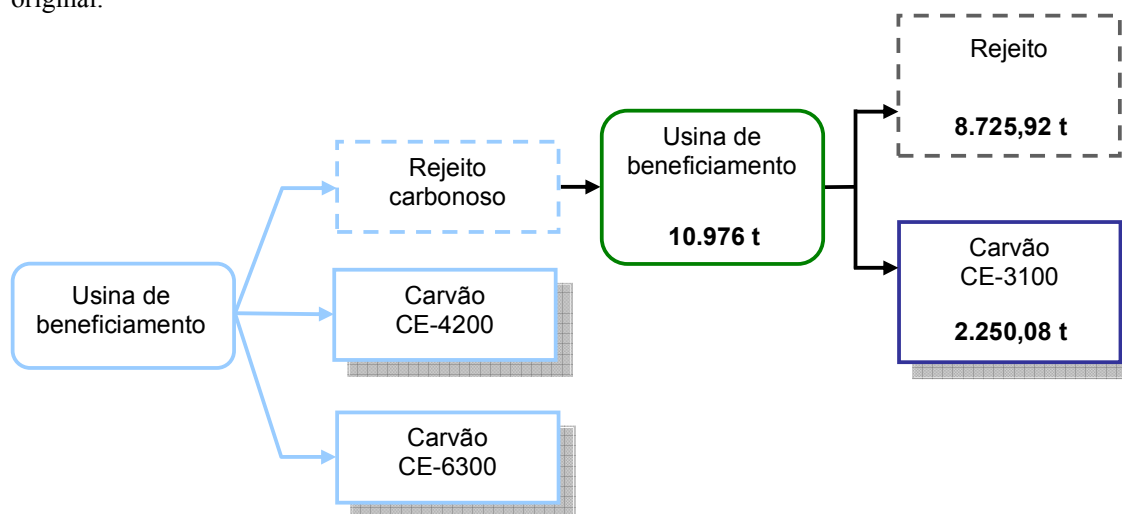


Figura 5: Disposição da nova sistemática de reprocessamento do rejeito carbonoso no fluxograma original

#### 4.2 Custos adicionais

Conforme Martins (2003), se ocorrerem processamentos adicionais a um ou vários dos Co-produtos; esses custos, agora específicos e identificáveis a cada um deles, não são mais parte dos Custos Conjuntos, e por isso não entram mais no nosso tipo de problema, sendo debitados a cada Co-produto especificamente.

Nesta análise, o custo adicional será constituído pelos custos variáveis diretos (insumos, estocagem de produtos e energia elétrica) e pelo custo fixo direto (mão-de-obra direta). O custo fixo indireto (administração) será rateado entre os produtos, segundo o método do valor de mercado, agora redistribuído com a inclusão do produto CE-3100. A Tabela 9 seguinte apresenta a nova distribuição do custo fixo indireto (administração).

Tabela 9: Alocação do custo fixo indireto (administração)

Co-produto	Valor de Venda	Quantidade Produzida	Valor de Venda Total	Custo Fixo Indireto Alocado
CE-3100	R\$ 62,96/t	2.250,08 t	R\$ 141.663,97	R\$ 3.534,27
CE-4200	R\$ 85,30/t	6.149,50 t	R\$ 524.552,35	R\$ 13.086,66
CE-6300	R\$ 135,00/t	4.385,50 t	R\$ 592.042,50	R\$ 14.770,43
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 1.258.258,82</b>	<b>R\$ 31.391,36</b>

Na Tabela 10, pode-se observar a composição do custo adicional de reprocessamento do rejeito carbonoso, contemplando o custo fixo indireto (administração) e demais custos diretos calculados a partir Tabela 1, para um único turno (50%).

Tabela 10: Composição do custo adicional de reprocessamento do rejeito carbonoso

CUSTOS DO PROCESSO ADICIONAL		ATRIBUIÇÃO	R\$
<b>Custo Variável</b>			
	Estocagem de produtos	custo direto	12.164,15
	Energia elétrica*	custo direto	11.379,37
	Insumos	custo direto	31.391,36
<b>Custo Fixo</b>			
	Salários e encargos**	custo direto	28.252,22
	Administração	custo indireto	3.534,27
<b>TOTAL</b>			<b>86.721,57</b>

\*Inalterada a tarifa do kWh mesmo que no período noturno haja redução da mesma (segurança)

\*\*Já incluído o adicional noturno legal de 20% (Art. 73 – CLT)

A Figura 6 dispõe os custos individualizados por Co-produto, bem como o custo do processo adicional de reprocessamento do rejeito carbonoso, a fim de facilitar sua compreensão. O valor de R\$ 3.534,27 apropriado ao Co-produto CE-3100 na composição do custo adicional é, na sequência, descontado dos demais Co-produtos CE-4200 e CE-6300, na proporção do valor de mercado, ou seja, R\$ 1.660,32 e R\$ 1.873,95, respectivamente, alterando seus custos alocados após o ponto de separação, como demonstrado.

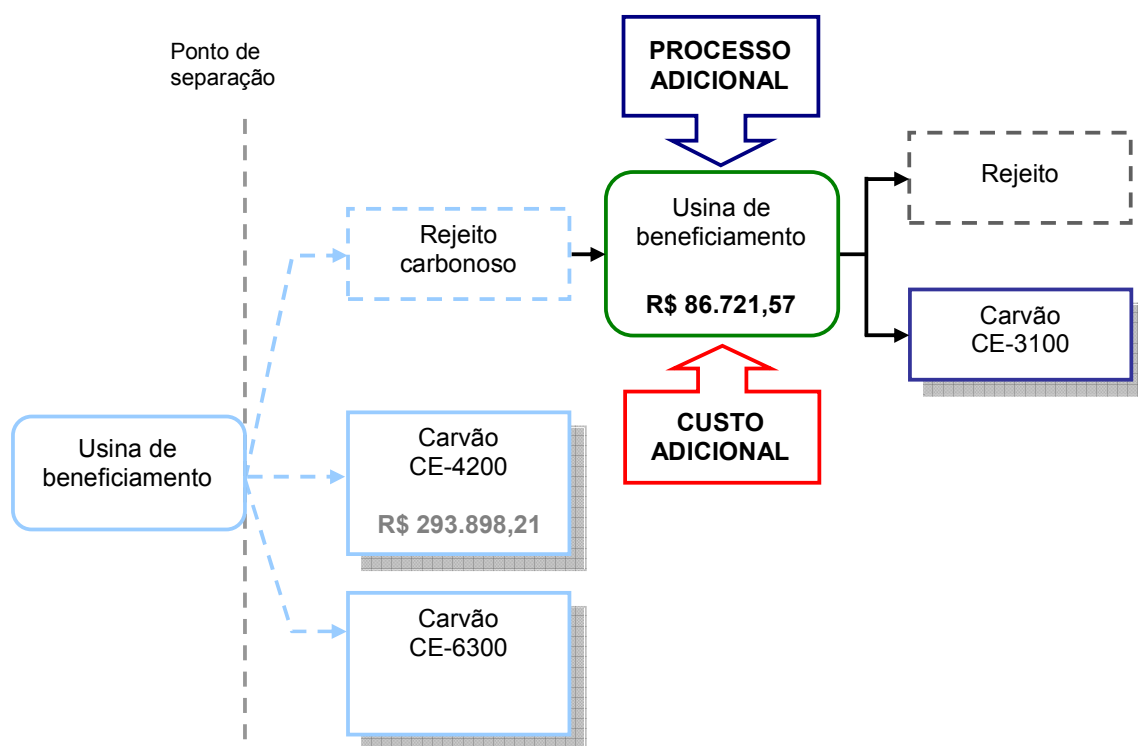


Figura 6: Disposição final dos custos individualizados por Co-produto e do processo adicional

#### 4.3 Análise de viabilidade do reprocessamento e alocação do custo adicional

Com os dados de custeio disponíveis até aqui, antes de se alocar o custo adicional no processo conjunto de beneficiamento de carvão mineral, ora proposto, busca-se a análise da rentabilidade marginal, ou seja, “... análise incremental do nível dos legítimos preços de venda (se não houver possibilidade de obtê-los, a análise é impossível) no ponto de separação e após o processamento separado” (HORNGREN, 1989).

Na Tabela 11, apresentam-se a receita total dos co-produtos CE-3100, CE-4200 e CE-6300, juntamente com o custo adicional para a produção do carvão CE-3100.

Tabela 11: Receita Total e Custo Adicional por produto

Co-produto	Valor de Venda	Quantidade Produzida	Receita Total	Custo Adicional
CE-3100	R\$ 62,96/t	2.250,08 t	R\$ 141.663,97	R\$ 86.721,57
CE-4200	R\$ 85,30/t	6.149,50 t	R\$ 524.552,35	---
CE-6300	R\$ 135,00/t	4.385,50 t	R\$ 592.042,50	---
<b>TOTAL</b>			<b>R\$ 1.258.258,82</b>	

A seguir, analisa-se a rentabilidade marginal do reprocessamento do rejeito carbonoso proposto neste estudo. A Tabela 12 seguinte, com base nas colunas ‘Receita Total’ e ‘Custo Adicional’ da Tabela 11, apresenta a margem do Co-produto CE-3100 ao final do processo adicional.

Tabela 12: Rentabilidade marginal do reprocessamento de rejeito carbonoso

Co-produto	Receita Total	Custo Adicional	Margem
CE-3100	R\$ 141.663,97	R\$ 86.721,57	R\$ 54.942,40

O resultado do reprocessamento de rejeito carbonoso apresentou margem satisfatória de R\$ 54.942,40. Na operação conjunta inicial, sem o processo adicional, segundo Martins (2003), o rejeito carbonoso, por apresentar características de sucata, não recebe atribuição de qualquer custo, devendo os co-produtos absorver a totalidade de seu ônus.

No momento em que se gera, no processo adicional, um novo co-produto (CE-3100) a partir desse mesmo rejeito, e que agora se junta aos anteriores; esse deverá receber, por questão de coerência com o critério aplicado, a parcela do rejeito carbonoso que lhe cabe do custo conjunto (R\$ 29.505,41, Tabela 13), incorporado inicialmente pelos co-produtos CE-4200 e CE-6300, quando ainda sucata. Esse novo co-produto 'reorganiza' a matriz de custeio no ponto de separação, e conseqüentemente uma fração, mesmo que não expressiva, do custo conjunto referente aos co-produtos originais (CE-4200 e CE-6300) é reduzida, aumentando as margens desses últimos e do resultado final, como demonstrado mais adiante (Tabela 15).

Com margem positiva ao fim do reprocessamento de rejeito carbonoso, aloca-se o custo adicional a partir da Tabela 13 seguinte. Nessa, calcula-se as receitas de cada co-produto no ponto de separação para, então, determinar-se a nova participação de cada produto no custeio conjunto, e assim avaliam-se os custos individuais de cada um nesse estágio do processo.

Tabela 13: Custo Conjunto Total Alocado no ponto de separação

Co-produto	Receita Total menos Custo Adicional	Proporção	Custo Conjunto Total Alocado*	Custo Por Unidade*
CE-3100	R\$ 54.942,40	4,69%	R\$ 29.505,41	R\$ 13,11
CE-4200	R\$ 524.552,35	44,77%	R\$ 281.697,52	R\$ 45,81
CE-6300	R\$ 592.042,50	50,54%	R\$ 317.941,39	R\$ 72,50
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 1.171.537,25</b>	<b>100,00%</b>	<b>R\$ 629.144,32</b>	

\*No ponto de separação

Para o cálculo do Custo Total Alocado ao final de todo o processo conjunto de beneficiamento de carvão mineral (incluindo-se o reprocessamento adicional), somam-se as colunas 'Custo Conjunto Total Alocado' (Tabela 13) e 'Custo Adicional' (Tabela 11). Na seqüência, divide-se o Custo Total Alocado pelas respectivas quantidades produzidas com a finalidade de se obter o custo final por unidade produzida. A Tabela 14 apresenta estes resultados. Observando-se os custos por unidade das Tabelas 13 e 14, constata-se que a diferença entre os valores no co-produto CE-3100 refere-se tão somente ao custo do processo adicional.

Tabela 14: Custo Total Alocado por produto ao final de todo o processo

Co-produto	Custo Adicional	Custo Total Alocado**	Custo Por Unidade**
CE-3100	R\$ 86.721,57	R\$ 116.226,99	R\$ 51,65
CE-4200	---	R\$ 281.697,52	R\$ 45,81
CE-6300	---	R\$ 317.941,39	R\$ 72,50
<b>TOTAL</b>	<b>R\$ 86.721,57</b>	<b>R\$ 715.865, 90</b>	

\*\*Ao final do processo conjunto de beneficiamento de carvão mineral (incluído o reprocessamento adicional)

Por fim, analisa-se a rentabilidade marginal de cada Co-produto no processo global de beneficiamento do carvão mineral, a partir do impacto gerado pela margem do CE-3100. A Tabela 15, com base nas colunas ‘Receita Total’ (Tabela 11) e ‘Custo Total Alocado’ (Tabela 14), apresenta, de forma sintética, as margens incrementais dos Co-produtos, a partir da avaliação dos dois cenários analisados ao longo deste trabalho. O cenário 1 refere-se apenas à operação de beneficiamento de carvão mineral e o cenário 2 contempla a operação de beneficiamento de carvão mineral juntamente com o reprocessamento do rejeito carbonoso (com o processo adicional).

Tabela 15: Rentabilidade marginal por produto no processo global de beneficiamento de carvão mineral

Co-produto	Cenário	Receita Total	Custo Total	Margem
CE-3100	1	---	---	---
	2	R\$ 141.663,97	R\$ 116.226,99	R\$ 25.436,98
	Receita incremental			R\$ 25.436,98
CE-4200	1	R\$ 524.552,35	R\$ 295.558,53	R\$ 228.993,82
	2		R\$ 281.697,52	R\$ 242.854,84
	Receita incremental			R\$ 13.861,02
CE-6300	1	R\$ 592.042,50	R\$ 333.585,79	R\$ 258.456,71
	2		R\$ 317.941,39	R\$ 274.101,11
	Receita incremental			R\$ 15.644,40
TOTAL	1	R\$ 1.116.594,85	R\$ 629.144,32	R\$ 487.450,53
	2	R\$ 1.258.258,82	R\$ 715.865,90	R\$ 542.392,92
	Receita incremental (2-1)			R\$ 54.942,40

Observa-se que a rentabilidade marginal do produto CE-3100, gerado no reprocessamento do rejeito carbonoso, impacta positivamente na rentabilidade marginal dos demais produtos CE-4200 e CE-6300, contribuindo para incrementar a receita conjunta final, como demonstrado na Tabela 16. Ressalta-se que se forem adicionadas somente as receitas incrementais dos co-produtos CE-4200 e CE-6300, obter-se-á o total de R\$ 29.505,41, exatamente o valor correspondente ao custo conjunto absorvido pelo co-produto CE-3100.

Tabela 16: Rentabilidade marginal global

Co-produto	Receita Incremental
CE-3100	R\$ 25.436,98
CE-4200	R\$ 13.861,02
CE-6300	R\$ 15.644,40
<b>Total</b>	<b>R\$ 54.942,40</b>

## 5 Limitações do estudo

Algumas limitações ao estudo devem ser ressaltadas, a fim de dar-lhe credibilidade.

- Não se tem ainda confirmação técnica definitiva de se recuperar carvão CE-3100 a partir do rejeito carbonoso gerado na operação conjunta descrita, e nos percentuais pressupostos, necessitando ainda de ratificação em mais testes de laboratório;
- Considerou-se que a atual usina possa reprocessar o rejeito carbonoso com poucas alterações em seus parâmetros operacionais, o que provavelmente não seja suficiente para tanto, havendo necessidade de se investir em uma planta de beneficiamento adicional somente para reprocessar o rejeito com investimentos não considerados, uma vez que o foco era o critério de alocação de custos à sucata;
- O valor do preço unitário do carvão CE-3100 foi calculado por não se ter disponível o valor exato, comercializado exclusivamente por uma mineradora;
- A existência de mercado para o carvão CE-3100 nas proximidades de clientes dos demais produtos vendáveis;
- Equívocos do autor em seu raciocínio quando aborda os artifícios para a alocação de custos, principalmente na segunda e última etapa do estudo (processo adicional).

## 6 Conclusão do Estudo

Ao final do presente estudo, constata-se que a rentabilidade global da operação de reprocessamento do rejeito carbonoso foi satisfatória com lucro mensurado de R\$ 54.942,39, ratificando a implantação dessa operação. Porém, o que se deve salientar aqui é que a apropriação de custos conjuntos aos co-produtos, embora arbitrária, é mais ampla do que a mera individualização dos custos envolvidos na operação conjunta após o ponto de separação.

Analizando-se a hipótese de o reprocessamento do rejeito carbonoso ter apresentado resultado favorável, porém com margem adversa, quando mensurado no ponto de separação, é surpreendente verificar que esta perda é apenas aparente. Os co-produtos originais (CE-4200 e CE-6300) serão menos onerados no momento da redistribuição do custo conjunto relativo ao rejeito carbonoso, uma vez que a fração que lhe cabe na matriz de custeio será absorvida também pelo novo co-produto, reduzindo, mesmo que parcialmente, os custos de produção dos co-produtos originais, majorando a rentabilidade marginal por co-produto e global, ratificado na Análise de Rentabilidade Global (Tabela 16).

Além do exposto, cabe ressaltar que a produção de carvão CE-3100, a partir do rejeito carbonoso, antes totalmente descartado, reduz, mesmo que em valor pouco expressivo, os custos envolvidos na deposição do rejeito em bacias de sedimentação, uma vez que 2.250 toneladas serão comercializadas, restringindo o impacto ambiental, se comparado com o cenário inicial.

Portanto, é prudente avaliar-se sempre o resultado final (receita ou prejuízo incremental) da operação global, a fim de se evitar decisões equivocadas e precipitadas.

Finalizando, enfatiza-se que custos conjuntos não se esgotam com os estudos existentes, nem tampouco com enfoque apresentado nesse trabalho, haja vista o tema ser recente, principalmente na



mineração, um campo ainda pouco explorado. Custos conjuntos no processo de beneficiamento de carvão mineral não se limitam à área de tratamento de minérios, devendo buscar novos horizontes nas áreas de lavra de minas e avaliação econômica de jazidas minerais, ou ainda em outros processos de produção conjunta.

Espera-se que este trabalho possa incentivar pesquisadores e estudiosos a aceitarem esse desafio, talvez esteja aí sua maior contribuição.

## Referências

---

BORNIA, Antonio Cezar. *Análise Gerencial de Custos – Aplicação em Empresas Modernas*. Porto Alegre: Bookman, 2002. p. 71-84.

HORNGREN, Charles T. *Contabilidade de Custos – Um Enfoque Administrativo*. São Paulo, V.2: Atlas, 1989. p.767-786.

KOMMERS, Eduardo. *Avaliação dos Custos e da Economicidade da Produção de Biodiesel a partir do Carvão de Algodão - Trabalho de Dissertação 2*. UFRGS. Porto Alegre, 2006.

MARTINS, Eliseu. *Contabilidade de Custos*. São Paulo: Atlas, 2003. p.162-167.

EIDT, Jorge; ORO, Ieda Margarete; SCARPIN, Jorge Eduardo; BOFF, Marínes Lucia. *Gerenciamento dos Custos Conjuntos na Atividade Madeireira*. In: XIII CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. Disponível em [http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID\\_TEXTO=1982](http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=1982) . Belo Horizonte, 2006.

FIGUEIREDO, Sandra Maria Aguiar de; MOURA, Liliam. *Os Custos na Produção Conjunta das Indústrias de Beneficiamento de Castanha de Caju - Estado do Ceará*. In: IX CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. Disponível em [http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID\\_TEXTO=1392](http://www.abcustos.org.br/texto/viewpublic?ID_TEXTO=1392) . São Paulo, 2002.

SILVA, Luiz Ivan dos Santos; MOURA, Herval da Silva; MERCÊS, Gilson Lima das. *A Produção Conjunta: Aspectos Relevantes e Conceituais*. In: X CONGRESSO BRASILEIRO DE CUSTOS. Disponível em [http://www.abcustos.org.br/congresso/texto/viewpublic?ID\\_TEXTO=1787](http://www.abcustos.org.br/congresso/texto/viewpublic?ID_TEXTO=1787). Guarapari, 2003.

VEY, Ivan Henrique; RESKE Filho, Antonio. *Custos Conjuntos em Refeições Industriais: Estudo de Caso*. In: X CONVENÇÃO DE CONTABILIDADE DO RIO GRANDE DO SUL. Bento Gonçalves, 2005.

---

<sup>1</sup> Termo utilizado inicialmente por não apresentar valor de venda ou condições de negociabilidade boas no estado em que se encontra (conceito empregado na Operação Conjunta)

<sup>2</sup> Empresa fictícia

<sup>3</sup> O termo não é comumente usado em operações de beneficiamento de carvão, mas como já citado, é o que aqui melhor descreve suas características sob o ponto de vista de Produção Conjunta, ou seja, (i) pode ser ou não decorrência normal do processo de produção, e (ii) sem valor de venda ou condições de negociabilidade boas

<sup>4</sup> Carvões são geralmente caracterizados comercialmente segundo seu poder calorífico expresso em kcal/kg ou outra unidade afim

<sup>5</sup> Preços reais (sem ICMS) praticados em dezembro/2006

<sup>6</sup> Dados reais e adaptados para o estudo com o fim de preservar a fonte

<sup>7</sup> Perdendo a denominação final ‘carbonoso’

<sup>8</sup> Palavra utilizada pelo autor

<sup>9</sup> Considerado particularmente nesta etapa como ‘Co-produto’

<sup>10</sup> Preço calculado (sem ICMS) com base no valor unitário da kcal do carvão CE-4200 ( $\cong$  R\$ 0,02031)